

# BEST AVAILABLE COPY

PAT-NO: JP410221718A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10221718 A  
TITLE: EFRROELECTRIC LIQUID CRYSTAL CELL  
PUBN-DATE: August 21, 1998

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
FUENFSCHILLING, JUERG  
SCHADT, MARTIN

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
ROLIC AG N/A

APPL-NO: JP09343281  
APPL-DATE: December 12, 1997

INT-CL (IPC): G02F001/141

## ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain the liquid crystal cell which does not have faults of a DHF display cell although it has small visual sensation dependency, gradations and a short switching time by specifying the saturation switching angle and pitch of liquid crystal mixed materials which forms an S<SB>c</SB>\* phase in a cell and further making those liquid crystal mixed materials have a cholesterol phase N\* above the S<SB>c</SB>\* phase.

SOLUTION: This cell is equipped with a ferroelectric birefringent chiral smectic liquid crystal layer 2 and polarizers 5 and 6 and parallel plates 3 and

4 are provided with surface structure which array molecules of the liquid crystal layer 2 and electrodes 7 and 8 which produce electric fields with a voltage  $U$ . The liquid crystal film thickness ( $d$ ) is smaller than the spiral pitch ( $p$ ) of the liquid crystal layer and the saturation switching angle  $\alpha$  is  $\geq 60^\circ$ . The liquid crystal layer forms a cholesteric phase on the  $S_C^*$  phase and the optical path difference  $\Delta n \cdot d_{\text{eff}}$  of the cell is larger when  $U=0$  than in case of a saturation state. There,  $\Delta n$  is double refraction index, and  $d_{\text{eff}}$  is the distance that light travels between a polarizer and an analyzer and the current-voltage characteristic curve of the cell has one maximum value each when  $U>0$  and when  $U<0$ .

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-221718

(43)公開日 平成10年(1998)8月21日

(51)Int.Cl.<sup>a</sup>

識別記号

F I

G 0 2 F 1/141

G 0 2 F 1/137

5 1 0

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平9-343281

(22)出願日 平成9年(1997)12月12日

(31)優先権主張番号 1 9 9 6 3 0 7 3 / 9 6

(32)優先日 1996年12月13日

(33)優先権主張国 スイス (CH)

(71)出願人 597046649

ロリック・アクチエンゲゼルシャフト  
スイス国、6301ツーク、インネレ・ギユテ  
ルストラッセ、2

(72)発明者 ユルク・フュンフシリング

スイス国、4054 バーゼル、ヴァイヘルホ  
フストラッセ、138

(72)発明者 マルティン・シャット

スイス国、4411 ゼルティスベルク、リー  
スターラストラッセ、77

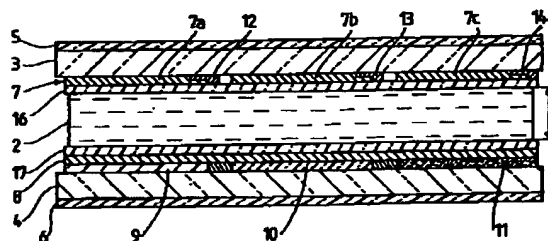
(74)代理人 弁理士 江崎 光史 (外2名)

(54)【発明の名称】 強誘電性の液晶セル

(57)【要約】

【課題】 周知の強誘電性の表示セルの優れた利点、つまり少ない視角依存性、階調度および短いスイッチング時間を有するが、上の述べた周知のDHF表示セルの難点を持っていない液晶セルを提供する。

【解決手段】 強誘電性で複屈折性のキラル・スメクティック液晶層2と、少なくとも一つの偏光子5、6をを備え、セル1が液晶層2を閉じ込める一対の平行な板3、4を有し、各々の板に液晶層2の分子を整列させる表面構造と、電圧Uで電場を発生する少なくとも一つの電極7、8とを設け、液晶層2が膜厚dと飽和スイッチング角度 $\alpha$ を有する液晶セルにあつて、前記膜厚dが液晶層のランセビッチpより小さく、飽和スイッチング角度 $\alpha$ が $60^\circ$ より大きく、液晶層が $S_C^*$ 相の上にコレストロール相を形成し、 $U=0$ でのセルの光路差 $\Delta n \cdot d_{eff}$ が飽和状態の場合より長く、ここで、 $\Delta n$ が複屈折率で、 $d_{eff}$ が偏光子と検光子の間を光の進んだ距離であり、セルの電流・電圧特性曲線が $U>0$ と $U<0$ に対してそれぞれ一つの最高値を有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 強誘電性で複屈折性のキラル・スメクティック液晶層(2)と少なくとも一つの偏光子(5, 6)とを備え、セル(1)が液晶層(2)を閉じ込める一対の平行な板(3, 4)を有し、各々の板に液晶層(2)の分子を整列させる表面構造と、電圧Uで電場を発生する少なくとも一つの電極(7, 8)とを設け、液晶層(21)が膜厚dと飽和スイッチング角度 $\alpha$ を有する液晶セルにおいて、前記膜厚dが液晶層のランセビッチpより小さく、飽和スイッチング角度 $\alpha$ が60°より大きく、液晶層がSc\*相の上にコレストロール相を形成し、U=0でのセルの光路差 $\Delta n \cdot d_{\text{eff}}$ が飽和状態の場合より大きく、ここで、 $\Delta n$ が複屈折率で、 $d_{\text{eff}}$ が偏光子と検光子の間を光の進む距離であり、セルの電流・電圧特性曲線がU>0とU<0に対してそれぞれ一つの最高値を有することを特徴とする液晶セル。

【請求項2】 透過表示器として使用され、正と負の飽和状態の光透過値の相違は10%より大きくないことを特徴とする請求項1に記載の液晶セル。

【請求項3】 透過表示器として使用され、反射性の鏡あるいは拡散鏡を有することを特徴とする請求項1に記載の液晶セル。

【請求項4】 表面構造は摩擦される平行な方向層で形成され、少なくとも一つの偏光子(5, 6)が摩擦方向に平行であることを特徴とする請求項1~3の何れか1項に記載の液晶セル。

【請求項5】 表面構造は平行なデレクタを持つ二つの光電方向層(16, 17)で形成され、少なくとも一つの偏光子(5, 6)はデレクタに平行であることを特徴とする請求項1~3の何れか1項に記載の液晶セル。

【請求項6】 偏光子(5, 6)は互いに垂直に配置されていることを特徴とする請求項1~5の何れか1項に記載の液晶セル。

【請求項7】 請求項1~6の何れか1項の液晶セルを有することを特徴とする表示手段。

【請求項8】 ビデオカメラ、テレビ装置の表示器、頭上組込表示器、ビデオ投影器、あるいはマルチメディア装置であることを特徴とする請求項7に記載の表示手段。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、強誘電性のキラル・スメクティック液晶層を有する液晶セルに関する。以下では、この液晶セルを表示セルとも称する。

## 【0002】

【従来の技術】周知の液晶セルはネマティック液晶配置を有し、この配置に応じてTNセルあるいはSTNセルと称されている。この場合、TNがTwisted Nematicに対応し、STNがSuper Twisted Nematicに対応する。このようなセルは多くの電光的な応用に対して十分であ

る。現在知られている大抵の液晶にはアクティブマトリック制御のTNセルがある。これ等の表示セルでは、各画像点に表示素子が付属し、この素子は付属する半導体回路により電気的に制御される。コントラスト、階調度および液晶層の配向性のような光電的な要請の多くはTN表示器により最適に解決され、これが広い普及を与えている。

【0003】もっとも、このTN表示セルは全ての要請を同じように満たすことはできない。重大な難点は視角範囲が制限され、スイッチング時間が遅い点にある。これ等の難点はTNセルの物理特性に起因し、簡単には克服できない。これ等の表示セルではオン作動を電気駆動するが、オフ作動は電気駆動されない。その結果、スイッチング時間、つまり画像発生と画像消滅の速度がネマティック液晶混合物の粘性および弾性的な復帰力により決まり、制限されることになる。それ故、TNセルは短時間に連続的に変わる画像列を表示するために適していない。これは、例えば最近の多くのマルチメディア応用等に当てはまる。

【0004】TN表示セルの代わりとなるものを既に以前から探し求めていた。より早い媒体として強誘電性のキラル・スメクティック液晶が提供されている。この液晶は自発分極を持ち、この分極がTNセルで可能となるものよりも液晶を電場に強結合させる。特にこの結合は電場に直線的である。これは重要な二つの結果をもたらす。第一に小さな駆動電圧で回転モーメントが大きくなり、第二に強誘電性のキラル・スメクティック液晶層を有する表示セルの場合、オン作動もオフ作動も電気駆動でき、そのため比較的早い。

【0005】強誘電性のキラル・スメクティック液晶セルは、以下でSc\*層とも称する複屈折性で、場合によって、ラセン配置を形成する液晶混合物を有する(\*はここでは液晶層のキラル特性に対するものである)。この混合物は電場の作用により、その光学的な非等方性が変わるように影響を受けるか変形する。スメクティックは、液晶混合物の分子が分極可能なコアと極性のない側鎖を持つことによる巧妙な構造を示す。スメクティック相では、この場合、極性のコアがスメクティック層の中に配置されている。これ等のコアは側鎖から成る極性のない層により互いに分離されている。スメクティック層は、強誘電性の液晶セルの場合、表示セルの板に対してほぼ垂直に立っている。

【0006】Sc\*層は他の特性でも優れている。つまり、スメクティック層に属し、互いにほぼ平行に配置されている分子のコアがこれに属する層の面に垂直に配置されていなく、面の法線に角度 $\theta$ ほど傾いている。Sc\*層の他の重要な特性はそのキラル特性に起因する。これはSc\*層に自発分極 $P_s$ を付与する。この分極の方向はスメクティック層の面内にあり、分子に垂直に立っている。このことは、表示セルに印加する電場がこの自

発分極と強く相互作用し、TNセルやSTNセルで知られているスイッチング時間を著しく短縮する。更に、このキラリティは外部応力なしに液晶分子の軸を層毎に回転させるので、ピッチ $p$ のネジ山状のラセンを形成する。

【0007】周知の強誘電性のキラル・スメクティック液晶セルは欧州特許第0309774号明細書により周知である。この刊行物により知られているDHF (Deformed Helix Ferroelectric) セルは一對の透明な板を有し、これ等の板は $Sc^*$ 層を閉じ込めていて、 $Sc^*$ 層の分子を整列させる各一つの表面構造体、液晶内に電場を発生する電極、および各一つの偏光子を備えている。この場合、 $Sc^*$ 層に対向する表面構造体は隣接する液晶分子に整列作用を及ぼす。

【0008】休止状態、つまり電場が印加しない状態では、DHFセルは一定の光透過度を示す。電極に電圧を印加すると、 $Sc^*$ 層内に電場が生じ、この電場が分子の再配列、従って個々のスメクティック層の再配列を与え、結局光の透過度を変化させることになる。DHF表示に基づくこの電光効果は当業者に周知である。この場合、短いピッチ $p$ を有する液晶配置を前提としている。このピッチ $p$ は、光がラセン体のコイルにより平均化される、つまりただ一つの平均化された屈折率を受けるように選択される。両方の板の電極に電圧を印加すると、回転モーメントが個々のスメクティック層に働く。これ等の回転モーメントは個々のスメクティック層の上に述べたように再配列させ、液晶層を仕切る板に対して平行な面で光軸を回転させることになる。印加電圧に応じた光軸の回転は、実際にはスイッチング角度 $\alpha$ を測定して求めることができる。飽和スイッチング角度は、印加する駆動電圧を高めても最早変化しない角度 $\alpha$ で定義され、実際の場合、この駆動電圧は周期信号あるいは駆動パルスで与えられる。

【0009】周知のDHFセルは白黒表示器である。これ等のセルは印加電場に応じて連続的に変わる階調度を形成する。各画像点を定める電極セグメントを三つの下部電極に分割し、赤色、緑色および青色に対する適当なカラーフィルターを設ければ、周知のように、カラーDHF表示器を形成でき、この表示器では赤、緑および青の画素点を一つの電圧源で暗黒から最大の明るさまで制御できる。

【0010】白黒DHF表示器やカラーDHF表示器の商業生産は今のところ殆ど行われていない。これは、特に表示器に必要なDHFセルが従来の技術により短いスイッチング時間、階調度および良好な視角範囲を持っているが、その駆動には比較的大きい電圧と電流を必要とするからである。これに加えて、DHFセルを作製する場合およびコントラスト値を高くするため、液晶混合物を更に電場で配向させたり一定形状にする必要があり、これが製造処理を更に困難にしている。

### 【0011】

【発明が解決しようとする課題】この発明の課題は、欧州特許第0405346号明細書を前提として、周知の強誘電性の表示セルの優れた利点、つまり少ない視角依存性、階調度および短いスイッチング時間を有するが、上の述べた周知のDHF表示セルの難点を持っていない液晶セルを提供することにある。

### 【0012】

【課題を解決するための手段】上記の課題は、この発明により、強誘電性で複屈折性のキラル・スメクティック液晶層2と少なくとも一つの偏光子5、6とを備え、セル1が液晶層2を閉じ込める一對の平行な板3、4を有し、各々の板に液晶層2の分子を整列させる表面構造と、電圧 $U$ で電場を発生する少なくとも一つの電極7、8とを設け、液晶層21が膜厚 $d$ と飽和スイッチング角度 $\alpha$ を有する液晶セルにあつて、前記膜厚 $d$ が液晶層のランセピッチ $p$ より小さく、飽和スイッチング角度 $\alpha$ が $60^\circ$ より大きく、液晶層が $Sc^*$ 相の上にコレストロール相を形成し、 $U=0$ でのセルの光路差 $\Delta n \cdot d_{eff}$ が飽和状態の場合より大きく、ここで、 $\Delta n$ が複屈折率で、 $d_{eff}$ が偏光子と検光子の間を光の進む距離であり、セルの電流・電圧特性曲線が $U>0$ と $U<0$ に対してそれぞれ一つの最高値を有することによって解決されている。

【0013】この発明による他の有利な構成は特許請求の範囲の従属請求項に記載されている。

### 【0014】

【発明の実施の形態】この発明による表示セルの有利な構成は、特に以下に更に詳しく説明する下記の特性の点で優れている。

- ・制御電圧が誤動作すると( $U=0$ )表示が暗くなる。
- ・セルに制御電圧を印加すると、表示器が明るくなる。

【0015】・表示セルの電流電圧ヒステリシス特性はほぼ等しい二つの大きな最大値を示す。

・複屈折率 $\Delta n$ は制御され完全に飽和した二つの状態より電場のない状態(=零電場)で大きく、飽和状態では印加した電場を更に強くしても透過度の著しい変化が生じない。

【0016】・飽和電圧は、周知のDHFセルとは異なり、非常に小さな自発分極( $P_s < 5 \text{ nC/cm}^2$ )でも小さい。この代わりに、A. D. L. Chandani et al., Jpn. J. Appl. Phys., 27 (1988), L 729 により二つの最大値を持つ電流・電圧ヒステリシス特性を示す $Sc^*$ 層を有する表示セルが知られている。この所謂反強誘電性の表示セルでは、自発分極 $P_s$ が分子面毎にその符号を換え、これはこの発明による表示セルの場合ではない。更に、反強誘電性の表示セルは $U=0$ の場合の液晶層の複屈折率 $\Delta n$ が印加電場の時より小さい点に特徴がある。この周知の表示セルはこの発明の内容と基本的に異なり、この発明の課題を解決する動機を与えない。

## 【0017】

【実施例】以下では、好適実施例の添付図面に基づきこの発明をより詳しく説明する。この発明によるセルで発生し得る有利な電光効果を説明する前に、好ましいカラー表示セルの一般的な構造をより詳しく説明する。図1と図2に示し、全体に符号1を付けた表示セルは膜厚dのSc\*層2を有する。この層2は互いに平行な二つの板3と4の間に配置されている。平行な板3と4に対する光透過性の材料としては、例えばガラス、アクリル・ガラスまたは合成樹脂フィルムが考えられる。膜厚dは

好ましくは約 $2\mu\text{m}$ ～ $3\mu\text{m}$ であり、例えば約 $2.1\mu\text{m}$ である。このセルは直視表示セルであるので、更に光がこの液晶の中を進む距離 $d_{\text{eff}}$ が膜厚dに等しい。

【0018】上板3の外側に偏光子5があり、この偏光子は好ましくは板3に連結し、例えばこの板に糊付けされている。同様に、下板4には同じように偏光子6が付属し、これは光が図示する実施例で上から入射する場合に検光子として使用される。これ等の偏光子はセルの中にも配置できるし、それ等が例えば整合した二色性の顔料分子を含む合成樹脂で形成されている場合、板2と3

で予め与えられる。

【0019】液晶層2に対向する表面には、板3と4が透明電極7と8を有し、これ等の電極は文字または画像点を表示するためにある通常の電極セグメントを形成する。その場合、ここに示す部分には個別電極セグメントの素子のみが示してあり、このセグメントは画像点を表すために、赤色、緑色および青色の三原色画素に分割されている。つまり、電極の上部分は三つの下部電極7a、7bと7cに分割され、場合によっては、セグメント化にもされる電極8の対向する部分には、個々の下部電極7a、7bと7cに付属するカラーフィルター9、10と11が設けてある。各下部電極7a、7bと7cには、薄膜トランジスタ等のような電子部品12、13と14も付属する。これ等の電子部品は、下部電極7a、7bと7cを互いに独立に駆動する駆動電子回路15と共に、冒

頭で既に述べたアクティブマトリックスを形成する。この代わりに、制御を外部電子回路でも行える。(この発明によれば、アクティブマトリックスをアドレス指定するセルも可能である)。

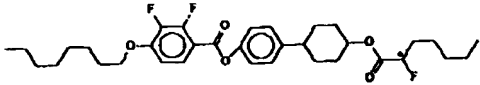
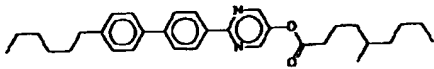
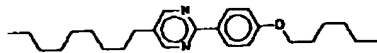
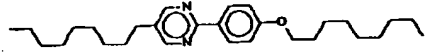
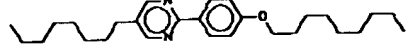
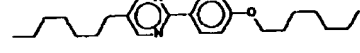

【0020】更に、Sc\*層に対向するガラス板3と4の表面は、隣接する液晶分子、従って液晶層全体に方向性作用をもたらし、これによりデレクターの方向を決めるように処理される。この処理は、例えば高分子層を被覆し、表面を一方方向に摩擦して行われる。つまり、ここでは平行に摩擦されるポリイミット方向性層、例えば日産化学産業社の方向性層SE 510のようなポリイミット方向性層が重要である。他の可能性は、光配向させた方向性層あるいは斜め蒸着で配向させた層である。このような層を図1に示し、符号16と17を付ける。

【0021】このような処理の結果は以下で表面方向性とも称される。これは、両方の板3と4上に矢印18で示してある。この場合、上板3の表面方位は下板4の方位に平行である。上板3に属する偏光子5は、偏光方向が表面方位に平行になるように配置されている。これに反して、下板4に属する偏光子6の偏光方向は、表面方位の方向あるいは偏光子5の偏光方向と角度 $\beta$ を成す。この角度 $\beta$ は主に $90^\circ$ になる。しかし、同じように良好な結果を得ることのできる他の偏光子配置も可能である。そのような配置は単純な最適化により簡単に決定できる。

【0022】この発明の目的に対して利用可能であり、セル内にSc\*相を形成する液晶混合物は、特に飽和スイッチング角 $\alpha > 60^\circ$ とピッチ $p > d$ に特徴がある。この発明による液晶混合物の二つの例を表1及び表2に示し、試験混合物AとBとする。更に、これ等の液晶混合物はSc\*相の上部にコレストロール相N\*を有すること、つまり約 $100^\circ\text{C}$ から室温に冷却すると、等方性の相からコレストロール相N\*に、次いで直接所望のSc\*相へ移行することでも優れている。

【表1】

7  
表1：試験混合物A：

濃度 g/g	構造
0.140	
0.150	
0.206	
0.197	
0.101	
0.101	
0.105	

【表2】

9  
表2：試験混合物B

濃度 g/g	構造
0.189	
0.144	
0.111	
0.159	
0.156	
0.078	
0.081	
0.082	

【0023】この発明による液晶セルを作製するには、強誘電性の液晶混合物を予め準備した約  $2.1\mu\text{m}$  の板間隔を持ち、平行に摩擦される配向層を持つセル内に充填する。これは、周知のように約  $90^\circ\text{C}$  の温度で毛細管作用により行われる。次いで、セルを 20 秒以内で  $50^\circ\text{C}$  に冷却する。その場合、望ましい強誘電液晶配向が自然に形成する。液晶層を  $N^*$  相から  $S_C^*$  相に冷却すと、更に同じように自発的な巨視的に目視できる数  $\mu\text{m}$  の幅と数百  $\mu\text{m}$  のドメイが生じる。

【0024】図8には、それぞれ層の厚さ  $d$  が  $2\mu\text{m}$  で二つの交差する分極を有する二つのセルの二つの偏光顕微鏡写真が再現されている。ここでは、画像 (a) がこの発明の表示セルに使用できる相転移  $N-S_C^*$  を持つ液晶混合物を示し、画像 (b) が相転移  $N-S_A-S_C^*$  (ここで、Aは全ての液晶分子がスメクティック面にはほぼ垂直に向く配向に対するものである) を持つ通常の強誘電液晶混合物を示す。これ等の写真から良く分かることは、この発明の液晶混合物が、動作準備状態で、周知の強誘電性の表示セルで形成されない帯状のドメイン構造を有する点にある。

【0025】この発明の液晶セルは一連の利点で優れている。つまり、液晶配置の自然形成(電気的な作用なし\* 50

\*に自発配向)が強誘電性の表示セルの製造を容易にする。同じように、この発明による表示セルは清澄温度以上に安全に加熱できる。何故なら、冷却時に最適な配置が再び自然に形成されるからである。結局、この発明による表示セルはアクティブマトリックス制御でも小さな制御電圧を用いて行え、高いコントラストと大きな位相範囲を有する。

【0026】この利点を解明するため、微視的な構造とこの構造に対して平均化した巨視的な見掛け上の像との間を区別する必要がある。これを次に詳しく説明する。以下の説明の前提は、図1と2に基づき説明する透過表示セルの配置にある。液晶相は交差する二つの偏光子の間に、両方の偏光子の一方が摩擦方向に平行に向くように位置決めされている。そして、セルは、例えばアクティブマトリックスで電気的に駆動される画像点のセグメントに分割される。

【0027】まず、巨視的な観察をする。既に説明したように、この発明による表示セルは、特に以下の点で優れている。即ち、

- ・表示は  $U=0$  で暗くなり、 $|U|>0$  で明るい。
- ・電流電圧ヒステリシス特性曲線は各二つの同じ大きさの最高値を示す。



【0028】・電場のない状態の複屈折率 $\Delta n$ は飽和状態より大きい。

・飽和電圧が非常に小さい自発分極 $P_s$  ( $P_s < 5 \text{ nC/cm}^2$ ) 場合でも比較的小さい。である。 $U=0$ の場合、光軸は摩擦方向に平行であり、表示は暗く、残留透過度は非常に小さい。電圧が印加すると、表示は明るくなる。この場合、正の電圧の作用は反対の負の電圧と同じである。これは、画像を正の電圧と負の電圧で周期的に発生させる対称制御を可能にする。正と負の電圧に交互に切り換えるこの可能性は、例えばSSF (Surface Stabilized Ferroelectric Liquid Crystal) 表示の場合のように、ゴースト像の発生を防止する。

【0029】図9は試験混合物Aを用いて室温で測定した、セルに印加する $\pm 5 \text{ V}$ で11.3Hzの対称三角電圧に対する電流・電圧ヒステシス特性曲線を示す。この電流電圧ヒステリシス特性曲線は既に上に述べた二つの最高値を有し、一方が $U>2$ で、他方が $U<2$ である。これは、負の飽和電圧から零に、また零から正の飽和電圧に遷移する時にそれぞれ自発分極の半分が切り換わることを意味する。

【0030】これに反して、図10は同じ電圧波形に属する光電圧依存性を示す。この光電圧特性曲線は、均整のとれたヒステリシス、これはドメインによるスイッチングを意味するが、これを無視すれば、印加電圧に対してほぼ対称である。画像当たりに周期的な電圧切り換えにより、このヒステリシスは画質に影響を与えない。何故なら、電圧をこの発明により必ず零から所望値に移行させるからである。この発明の有利な実施例では、正と負の二つの飽和状態の透過値は互いに10%以上相違することはない(100%の透過度は平行な分極で $U=0$ の場合の光透過度に相当する)。

【0031】電場のない状態の複屈折率 $\Delta n$ は、電圧を更に上げてても透過度が殆ど変わらない程度の大きさである駆動電圧を印加した飽和状態より大きいことは驚くべきことである。これは、明るい状態で小さな複屈折率が大きなセル間隔の使用を可能にするから有利であり、これがこの発明の表示セルの製造に非常に重要である。複屈折率 $\Delta n$ の振舞は、反強誘電性のセルがないことも示す。何故なら、丁度そこで飽和状態の複屈折率が零電場の時より大きいからである。

【0032】最後に、図11は試験混合物Bでの測定を示す。この測定で対応する表示セルに印加する駆動電圧は16個の直線状に上昇する二重パルスの列で形成され、この二重パルスの各々はそれぞれ20msの同じ大きさで逆向きの二つのパルスで構成されている。この測定から明らかなことは、セルが2.8Vの非常に低い電圧で既に飽和状態から暗い状態に完全に切り換わり、これが高速(スイッチング時間 $t < 500 \mu\text{s}$ )で切り換わる点にある。同様に、図11はこの発明の表示セルが微細な階調度であることを示している。

【0033】次に、微視的な外見を考察する。上に要約した調査結果を非常に単純化された微視的な解釈は図3〜6に基づき説明できる。これ等のうちの図3はスメクティック層31の斜視図を、また図4〜6は互いに接する複数のスメクティック層41と42の断面をそれぞれ示す。液晶層のスメクティック層は、この発明による表示セルの場合、セルの板にほぼ垂直に対向している。更に、互いに平行に配置された各層の分子は図3に示す面法線32に対して傾斜角 $\theta$ ほど傾いている。この配置を完全に特徴付けるため、X-Z面内にある角度 $\gamma$ も使用する。境界効果なしのキラル・スメクティック相に対してこの角度 $\gamma$ は一定でなく、層毎に増加する。それ故、面法線の $y$ 方向に追従すると、個々の層の分子は一つの円錐の上で移動し、冒頭で既に述べたランセビッチ $p$ のラセン体が形成される。この場合、ラセン体は縁の力で巻き上がっている。つまり $\gamma$ は約 $90^\circ$ である。

【0034】図4、5と6では、自発分極 $P_s$ の方向が符号 $\cdot$ と $\times$  ( $\cdot$ =前向きの $P_s$ ;  $\times$ =後向きの $P_s$ )を用いて、また分子の屈折率の楕円体44の表示面への投影が示してある。つまり、僅かな電場に対して(図4,  $U=0$ )、正の電場に対して(図5,  $U>0$ )および負の電場に対して(図6,  $U<0$ )示してある。図4、5と6の層41あるいは42は先に説明したタイプの二つのストライプ状のドメインを示す。これ等のドメインは摩擦方向43にほぼ平行に進む。

【0035】図4に示す電場のない状態では、隣接するドメインは互いに逆向きの自発分極 $P_s$ を示す。光軸の表示面への投影は、この場合、二つのドメインでほぼ平行である。即ち、これ等の投影は摩擦方向43と小さな角度 $\delta$ をなすだけである。それ故、液晶層はこの状態で最大の複屈折率を持つ。好ましい分極方位では表示セルは $U=0$ に対して暗くなる。十分大きい駆動電圧 $U$ に対して、 $U$ の符号に応じて、一方または他方のドメインに切り換わる(図5と6にハッチングを付けて示す屈折率楕円体)。このようにして生じた配置では、二つのドメインの分子はもはや平行でなく、角度 $2(\theta - \delta)$ ほど互いに回転し、これは飽和状態で観察された小さな複屈折率を説明する。

【0036】零位置から正に飽和した配置に切り換えるには、電荷を電極に流す必要がある。負に飽和したセル配置から零に切り換える場合には、同じ電荷が流れる。負の飽和状態から正の飽和状態への電荷反転は二つの電流パルスで行われる(図9)という観察は、図4に示す中間状態が $U=0$ に対して実際上受入れられることを示す。

【0037】このモデルは確かに新しい電光効果を強く単純化したものである。表示のうちの重要でなくはない部分は転位線から成る。つまり、この表示では分子が平面から傾いていてもよく( $\gamma \approx 90^\circ$ )、スメクティック層が正確に表示面に垂直に向いている必要はないこと

が無視されている。しかし、このモデルは上に説明した観察を説明し、この発明の表示セルが完全に新しい表示器のタイプであることを示す。

【0038】ここでは、反強誘電性の表示セルとは異なったセルタイプも大切であることを自発分極の交番方向切り換わりが示している。この分極は、この場合、その方向をスメクティック層毎に切り換えるのではなく、それぞれ数百のスメクティック面を有するドメイン毎に切り換える。交互に正と負の電圧で駆動される表示セルの重要な特性は符号の切り換わりに関して電光応答が対称である点にある。図4、5と6から容易に分かるように、これは帯状のドメインができる限り微細に分布し、同じ大きさである場合にのみ保証される。この発明による表示セルで自然に生じる微細な線では、これが自動的な場合である。もっとも、Sc相の上部にSa相が存在するおおよそまたは飽和スイッチング角 $\alpha$ が $60^\circ$ より小さいなら、ドメインは、主に存在する場合、もっと広い面積で直線状でない。従って、電光応答はドメイン形成の偶然に応じて非対称であり、これが閃光現象を与える。何故なら、表示器が像毎に輝度を換えるからである。

【0039】非常に動作電圧が低く、階調度の再現性が同じであり、コントラストの値が大きいおおよそ作製が比較的容易であるため、おおよそ強誘電体性の表示セルで既に周知の利点のため、この発明による液晶セルは、早い画像列を処理する必要がある応用に特に良好に適している。これには、例えばテレビ装置のビデオ表示器、ビデオカメラ、頭上装備表示器、ビデオ投影器、マルチメディア装置等が属する。

【0040】ここで、上で説明した液晶セルがこの発明の可能な多数の実施例のただ一つの選択のみを表すことを指摘しておく。この発明による表示セルは、先に説明したような透過だけでなく、反射でも使用でき、それに合わせてそのように形成できる。この場合、反射体は拡散状態になり、この場合には図1の透過性の表示器と組み合わせる。反射体は鏡のように反射してもよい。これは層の厚さdが薄いセルを与える。

【0041】図7は、今度は、鏡のように反射する応用の例としてこの発明による反射性の投影表示器の一部50を示す。ここでは、シリコン板51の上に必要な駆動電圧を発生するのに適した半導体構造52が付けてある。更に、これに付属する電極にはそれぞれ一つの光反射金属面53があり、液晶層54を二つの方位層55で仕切っている。更に、この表示器には第二の板、つまり図示していない対向電極を有する光透過性の対向板56と、この板56の上に配置された偏光ビームスプリッター57とがある。

【0042】この表示器を使用する場合、図示していない投影ランプの光は三原色に分解され異なる三つの部分50に偏向されるか、あるいは個々の画像時間の各3分の1の間に赤、緑および青色の光を通すカラーフィルタ

一を通過する。両方の場合、光58は偏光ビームスプリッター57に入射し、このビームスプリッターが一方の偏光成分を反射し、他方の偏光成分(58.1)を通す。反射して液晶に入射する光は直線偏光している。この光は液晶層54を横断し、鏡面仕上げされた電極53により逆反射され、もう一度液晶を戻り通路で横断する。偏光ビームスプリッター57は、成分59のみ、つまり電光変調された液晶層の複屈折率により生じる成分のみを通す検光子として働く。他の成分58.2は反射されてランプへ戻る。次いで、変調された光59は適当な光学系により投影スクリーン(後方あるいは前方投影)に投影され、ビームを分解する場合には、原色に属する三つのビームが再び再結合される。

【0043】この配置は交差する二つの偏光子の間に二倍の厚さを持つ表示器に光学的に対応している。先に説明した機能の経過から、光源で形成されセルに入射する光ビームが検光子に入射する前に複屈折する液晶層54を二回横断する。従って、光が液晶の中を進む区間 $d_{eff}$ は液晶層の厚さdの二倍、つまり2dである。それ故、反射動作のためにあるこの発明の表示セルを実現するには、セルの厚さdが同等な透過表示セルに比べて半分になる。これも必要な動作電圧を半分にすることになる。

【0044】

【発明の効果】以上、説明したように、この発明による強誘電性の液晶セルにより、周知の強誘電性の表示セルの優れた利点、つまり少ない視角依存性、階調度および短いスイッチング時間を有するが、上の述べた周知のDHF表示セルの難点を持っていない液晶セルをが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明によるカラー表示セルの一部の模式断面図、

【図2】 図1に示す部分の単純化した斜視図、

【図3】 Sc\*層の個々のスメクティック層の拡大図、

【図4】 制御電圧に応じて得られる一つの分子配置を持つスメクティック層の単純化した図、

【図5】 制御電圧に応じて得られる他の分子配置を持つスメクティック層の単純化した図、

【図6】 制御電圧に応じて得られる他の分子配置を持つスメクティック層の単純化した図、

【図7】 反射表示セルの単純化した模式図、

【図8】 このはつめいの表示セルに使用される液晶混合物(a)と通常の強誘電性の液晶混合物(b)の偏光顕微鏡撮影像、

【図9】 試験混合物Aの室温で測定された電流・電圧ヒステリシス特性曲線、

【図10】 同じ電圧波形に属する光の透過度と駆動電圧の依存性を示すグラフ、

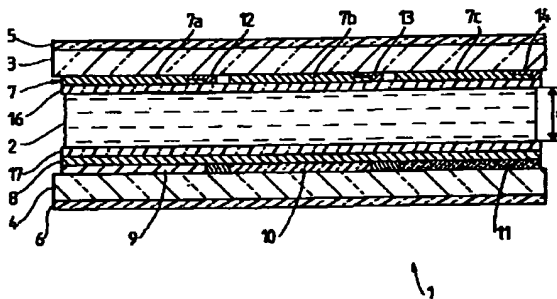
15

【図11】 試験混合物Bの表示セルに印加する駆動電圧の時間と透過度の関係を示すグラフ、

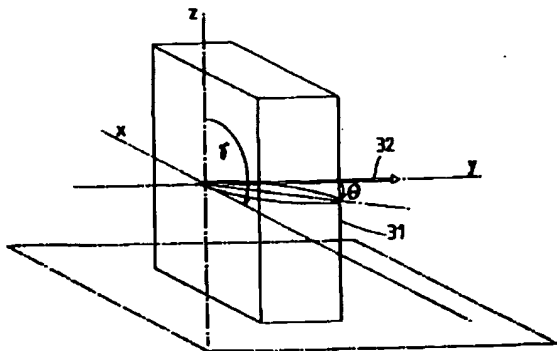
【符号の説明】

- 1 表示セル  
 2 Sc<sup>+</sup> 層  
 3, 4 平行な上板と下板  
 5, 6 偏光子  
 7, 8 電極  
 7a, 7b, 7c 下部電極  
 9, 10, 11 カラーフィルター  
 12, 13, 14 電子部品  
 15 駆動電子回路  
 16, 17 方位層  
 18 矢印  
 31 スメティック層  
 32 面法線  
 41, 42 スメティック層  
 43 摩擦層  
 44 屈折率楕円体

【図1】



【図3】

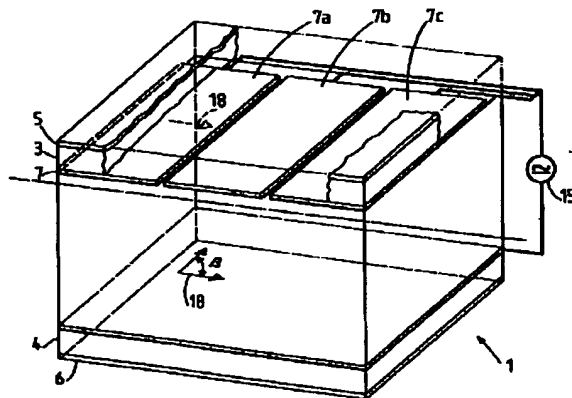


16

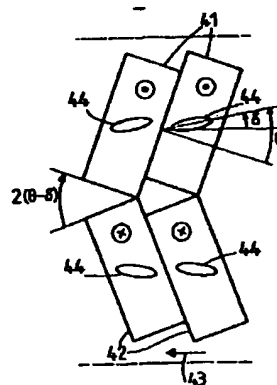
投影表示器の一部

- 50  
 51 シリコン板  
 52 半導体構造  
 53 金属面  
 54 液晶層  
 55 方向層  
 56 対向板  
 57 偏光ビームスプリッター  
 58 光  
 59 変調光  
 10 Ps 自発分極  
 d 層の厚さ  
 p ランセビッチ  
 alpha 飽和スイッチング角度  
 beta 表面方向と分極方向の間の角度  
 theta 傾斜角  
 gamma XZ面内の角度  
 delta 光軸と摩擦方向43との成す角度

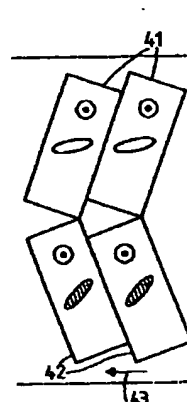
【図2】



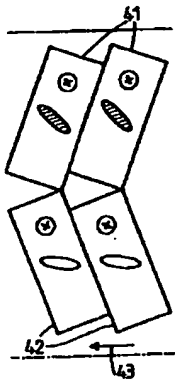
【図4】



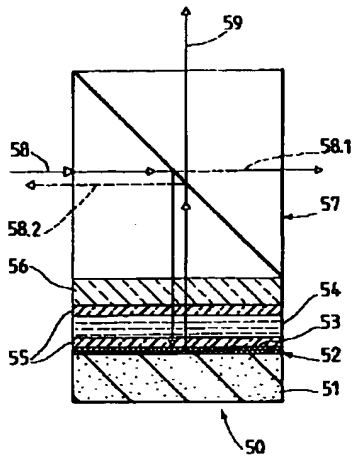
【図5】



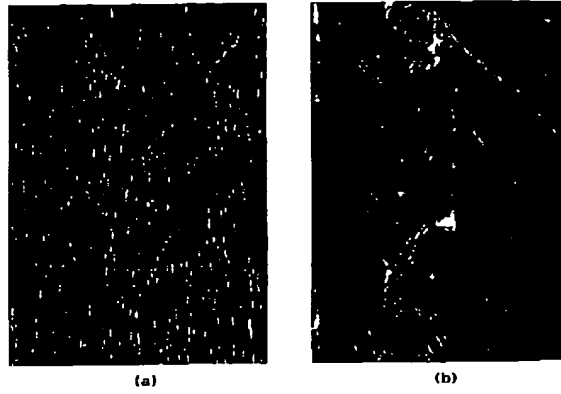
【図6】



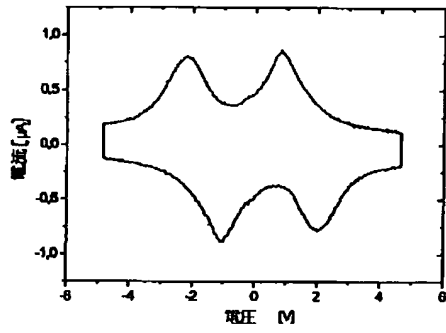
【図7】



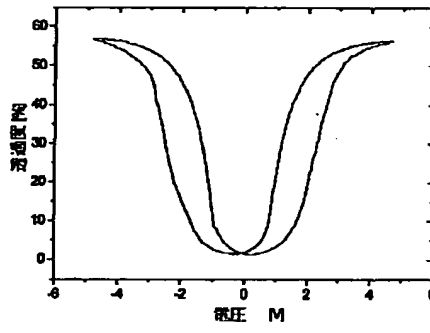
【図8】



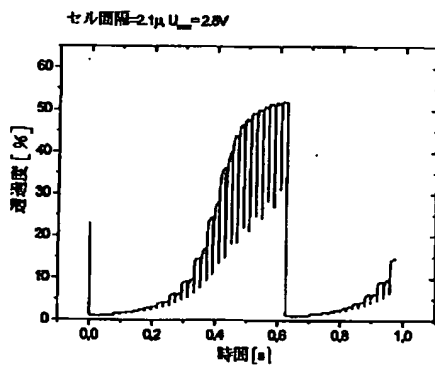
【図9】



【図10】



【図11】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**